

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 59-085150  
 (43)Date of publication of application : 17.05.1984

(51)Int.Cl. H04B 9/00  
 G05D 1/02

(21)Application number : 57-194515

(22)Date of filing : 08.11.1982

(71)Applicant : HITACHI LTD

(72)Inventor : TOMIZAWA FUMIO

SATO CHIKARA

OZAKI NORIHIKO

SADAKANE KENICHIRO

SUZUKI MASANORI

ICHIKAWA YOSHIAKI

YOSHIOKA SENJI

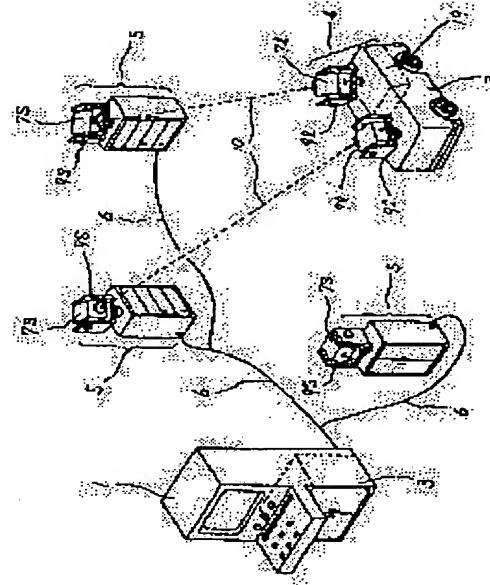
IWATSUKA NOBUYOSHI

## (54) OPTICAL COMMUNICATION DEVICE FOR MOBILE CONTROL

## (57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a controlling communicating device which does not limit the function of a mobile body by restricting a photo transmitter and detector so that bidirectional optical communication is attained at all times between plural satellite stations connected to a console by a cable communication means and mobile bodies.

CONSTITUTION: A mobile car 2 used for the inspection in an atomic reactor container is connected with an optical radio system using an optical transmission line 10 among plural satellite stations 5 allocated in a running space and a wired transmission line 6 is connected between the satellite stations 5 and a central station 3 in the console 1. Universal heads 9l, 9s are controlled so that the photo transmitter/detector 7l, 7s for optical radio system are opposed to each other at all times in following to the running of the mobile body 2. The position of the mobile body 2 is calculated from the up/down, left/right turning angle of the transmitter/detector 7l, 7s, and the central station 3 selects sequentially the satellite stations 5 in communication with the mobile station 4 in response to the position of the mobile body 2.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑯ 日本国特許庁 (JP) ⑮ 特許出願公開  
 ⑰ 公開特許公報 (A) 昭59—85150

⑯ Int. Cl.<sup>3</sup>  
 H 04 B 9/00  
 G 05 D 1/02

識別記号

厅内整理番号  
 R 6538—5K  
 7052—5H

⑯公開 昭和59年(1984)5月17日  
 発明の数 1  
 審査請求 未請求

(全 16 頁)

④ 移動体制御用光通信装置

② 特 願 昭57—194515

② 出 願 昭57(1982)11月8日

② 発明者 富沢文雄

日立市森山町1168番地株式会社  
日立製作所エネルギー研究所内

② 発明者 佐藤主税

日立市森山町1168番地株式会社  
日立製作所エネルギー研究所内

② 発明者 尾崎典彦

日立市森山町1168番地株式会社  
日立製作所エネルギー研究所内

② 発明者 貞包健一郎

日立市森山町1168番地株式会社  
日立製作所エネルギー研究所内

鈴木正憲

日立市森山町1168番地株式会社

日立製作所エネルギー研究所内

② 発明者 市川芳明

日立市森山町1168番地株式会社

日立製作所エネルギー研究所内

① 出願人 株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内1丁目5  
番1号

② 代理人 弁理士 秋本正実

最終頁に続く

明細書

発明の名称 移動体制御用光通信装置

特許請求の範囲

1. 中央局と1個又は複数個の固定サテライト局との間を有線伝送システムで接続し、かつ少なくとも1つのサテライト局と移動局との間を空間伝播光を伝送路とする光無線伝送システムで接続することによつて、中央局と移動局との間の双方向通信を行うように構成した移動体制御用光通信装置に於て、送受信する電気信号とそれに対応した光信号との相互変換を行う光変復調回路と、上記空間伝播光の送受及び入射光の入射角を検出する送受光器と、該送受光器を上下左右方向に旋回させる駆動機構と、上記入射角に応じて上記駆動手段により上記送受光器を旋回させることにより通信中のサテライト局と移動局の送受光器が互いに向い合うように制御する駆動機構制御回路とを、移動局及び各々のサテライト局に設けて上記光無線伝送システムを構成したことを行つたことを特徴とする移動体制御用光通信装置。

2. サテライト局が複数個ある場合に、中央局は、上記有線及び光無線伝送システムを介して送られてきた通信中のサテライト局及び移動局の各送受光器の旋回角から移動局の現在位置及び進向方向を検出する機能と、移動局の位置に対応して移動局と通信すべきサテライト局を選択決定する機能と、該機能により移動局と通信するサテライト局が選択されて切替を行つ場合に、該選択されたサテライト局及び移動局へ該各局の送受光器が互いに向い合うように上記駆動機構を制御する制御信号を上記有線及び無線伝送システムを介して送信する機能とを有したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の移動体制御用光無線通信装置。

3. 前記送受光器を、レンズと、発射光を発生する発光素子と、入射光を受光する信号受光素子と、上記レンズの光軸に沿つた入射光の結像点よりの直れにより実際の入射光の角度を検出する光軸ずれ検出器と、上記指向素子からの発射光を上記レンズ光軸方向に沿つて該レンズへ導き、かつ上記レンズからの入射光を上記信号受光素子及び光軸

すれ検出器へ導くためのビームスプリッタとから構成したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の移動体制御用光無線通信装置。

4. 前記信号受光素子を、複数の受光素子の集合体としかつ該集合体の受光面を前記レンズよりの焦点距離からずらせることによつてその受光可能面積を拡大した構造としたことを特徴とする特許請求の範囲第3項記載の移動体制御用光無線通信装置。

5. 前記光軸ずれ検出器を、二次元位置光センサにより構成するとともに、前記駆動機構制御回路は、上記二次元位置光センサの出力するずれ量が零になるようなフィードバック追尾制御を行うよう構成したことを特徴とする特許請求の範囲第3項記載の移動体制御用光無線通信装置。

6. 前記駆動機構制御回路は、予め定められた時間内に前記二次位置光センサにより予め定められた値をこえる大きなずれ量が検出された時には、前記フィードバック追尾制御を中断し、上記大きなずれ量の方向とは逆方向に送受波器を連続的に

9. 有線伝送路を1本の同軸ケーブルとし、中央局及び各サテライト局に設けたハイブリッド回路及び周波数多重分割のための変復調回路とから前記有線伝送システムを構成したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の移動体制御用光無線通信装置。

10. 有線伝送路を光ファイバーケーブルとし、中央局及び各サテライト局に設けた光／電気変換及び電気／光変換の機能を有した変復調回路により前記有線伝送システムを構成したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の移動体制御用光無線通信装置。

#### 発明の詳細な説明

##### 〔発明の利用分野〕

本発明は、移動体制御用の光通信装置に係り、特にコンソールから移動体の作動を制御し、又移動体に設けられた各種検出手段からの情報をコンソールへ送るための、移動体制御用通信装置に関する。

##### 〔従来技術〕

旋回せしめ、上記フィードバック追尾制御が可能なずれ量に応ず機能を有したことと特徴とする特許請求の範囲第5項記載の移動体制御用光無線通信装置。

7. 受光素子を複数個平面状に配置した受光部によつて前記信号受光素子及び光軸ずれ検出器を一体化し、受光素子の一部又は全部の出力の合成した信号を信号受光素子の出力とするとともに、予め定められた閾値をこえたレベルの信号を受光した受光素子の位置によつて入射光の光軸ずれの方向を判定し、該ずれの方向を打消すように前記駆動機構制御回路により送受波器の旋回を行わしめるように構成したことを特徴とする特許請求の範囲第3項記載の移動体制御用光無線通信装置。

8. 移動局の送受光器及びサテライト局の送受光器から放射される発射光の波長を異なつた値とし、各送受光器内の受光素子及び光軸ずれ検出器は、自己の受信すべき波長の光のみを通過させる光学フィルタを備えたことを特徴とする特許請求の範囲第3項記載の移動体制御用光無線通信装置。

原子炉格納容器内で用いる点検車のような移動体と、この移動体から情報を収集処理しかつ移動体の動作を制御するためのニンソール間には、情報や制御信号を双方向伝送するための通信手段が必要である。この種の従来の通信手段としては、同軸ケーブルなどによる有線方式（特許昭49-14010 参照）や、漏洩同軸ケーブルを用いた無線方式（特許昭53-146560 参照）、又は電波による無線方式等がある。しかし、同軸ケーブルなどによる有線方式は、ケーブル処理のため移動体の走行性能に制約を与え、漏洩同軸ケーブルを用いた無線方式や電波による無線方式は、原子力プラント等の計装系へじょう乱を与えていたり、その放射電力を大きくすると電波法の規則を受けたりするという欠点がある。又、別の方法として、移動体をレール等の予め固定された走行経路上で移動させ、移動体の走行中に収集した情報をその内部の記憶装置に格納しておき、走行経路上に予め設けた固定中継装置に移動体が到達した時に格納していた情報を中断装置へ移し、この中継装置か

らコンソールへ有線等の通信手段で情報を転送する、というものがある（特公昭55-138284参照）。この方法によれば、前述したような問題点は除去されるが、コンソールへの情報収集が逐次的に行えず、又移動体の移動経路が固定されており、点検箇所が限定されるなどの制約があり、経路の変更は大規模な工事及び工期を要し、移動体の機能に大きな制約を与えることになる。

#### 〔発明の目的〕

本発明の目的は、上記した従来技術の欠点を解消し、移動体の走行性能に制約を与えることなく、かつ計装系へのじょう乱を与えることのない、移動体制御用通信装置を提供することにある。

#### 〔発明の概要〕

本発明は、コンソールと有線通信手段で接続された複数の固定サテライト局を設け、サテライト局と移動体の間で光無線により双方向通信を行うとともに、移動体の位置及び方向に応じて移動体上の光無線通信用の送受光器と、いずれかのサテライト局の送受光器とが対向して光通信経路が常

台9ム、9スが制御される。そして、中央局3は移動体2の位置に応じて移動局4と通信するサテライト局5を順次選択する。移動体2の位置は通信している送受光器7ム、7スの上下、左右旋回角から計算される。

以上のようにして、コンソール1と移動体2との間の通信が確保されるが、以下、この本装置の各部の実施例を詳細に述べる。

まず、最初に光無線システムから説明する。第2図は、光無線システムの概略構成を示したもので、移動局4と1つのサテライト局5の光無線部分が示されている。両局には、送受光器7ム、7ス、運台9ム、9ス、運台追尾制御回路8ム、8スが設けられ、又移動局4側には光変復調回路11、サテライト局5側には光変復調回路12が設けられている。

第3図は、送受光器7ム、7スの本発明の一実施例を示すもので、それぞれ送受光機能を1つの筐体内に収容し小型化をはかつている。同図において、移動局4の発光素子73ムからの放出光は

に確保されるように制御するようとしたことを特徴とするものである。

#### 〔発明の実施例〕

以下、本発明を、図面を用いて詳細に説明する。第1図は、本発明の装置の全体の構成例を示したもので、本発明の移動体制御用光通信装置は、コンソール1内の中央局3、移動体2内の移動局4、および移動体2の走行空間に配置された複数個のサテライト局5から構成される。そして、移動局4とサテライト局5の間の通信は光無線伝送路10（空間を伝播する光路）を用いた光無線システムで接続され、サテライト局5と中央局3との間の通信は光ファイバや同軸ケーブルなどの有線伝送路6を用いた有線システムで接続されている。ここでサテライト局5が複数個設けられているのは、一概に障害物のため光無線伝送路がしや断されることを防ぐためである。移動局4とサテライト局5には、それぞれ光無線用の送受光器7ム、7スがあり、これらの送受光器7ム、7スを、移動体2の走行に追随して常に正対するように設置

ビームスプリッタ77ムでその一部が反射され（他は透過して損失となる）、レンズ71ムから放出される。レンズ71ムは、発光素子73ムからの光をある広がり角を持つて外部に放出し、これは光無線伝送路10を経由して1つのサテライト局のレンズ71スに到達する。レンズ71スは、この受光した光を集光して、ビームスプリッタ77ス、78スを介して（反射）、サテライト局の受光素子74ス、及び光軸ずれ検出器75スへ導く。一方、サテライト局5の発光素子73スからの放射光は、ビームスプリッタ78ス、77スを透過し、レンズ71スから光無線伝送路10へ放射され、移動局4のレンズ71ムで集光され、ビームスプリッタ77ムを透過及び反射した光が受光素子74ム及び光軸ずれ検出器75ムにそれぞれ導かれる。ここで各ビームスプリッタの透過率及び反射率は、各レンズからの必要な放出光強度、受光素子や光軸ずれ検出器の必要な受光量に関係して設定されるものである。同時に、本実施例では、

移動局4の発光素子73とからの放射光は、2個のビームスプリッタ77と、77sのみを介して(反射)、サテライト局の受光素子74sへ送られているのに対し、サテライト局5の発光素子73sからの放射光は、ビームスプリッタ78s、77s、77sを透過し、更にビームスプリッタ78sを介して移動局4の受光素子74sへと、4個のビームスプリッタを介して送られ、大きな減衰を受けている。従つて、この実施例は、サテライト局5の受光素子74sの必要な受光量が、移動局4の受光素子74sの必要な受光量に比して十分に大きい場合に適した構成となつてゐる。

また、受光素子に関しては、一般に受光素子の応答周波数fと受光面積Sの関係は反比例の関係にあることが知られており、応答周波数fが高い程受光面積が小さくなる。そこで今、移動体2からサテライト局5への伝送信号が、カラー映像信号2チャンネルおよび移動体状態信号から構成された場合、それ等の信号を直ちに伝送するためには、サテライト局5の送受光器7sの受

の区別を表わす添字s、(sは省略する)を用いている。この二次元位置光センサ752を用いた時の本発明の舞台追尾制御回路8の一実施例が第5図に示されている。二次元位置光センサ752は、正対している1組の送受光器間の光軸713からの、入射光712のずれ角θ(そつ直交したx、y成分が0°, 0°)のために、センサ752上の焦点面上の焦点Fからの結像のずれΔdが生じることを利用して、そのずれΔdのx、yの成分Δdx, Δdyを検出する。その検出出力信号Δdx, Δdyは、第5図の増幅器85x, 85yで增幅され、マルチブレクサ84を介してマイクロコンピュータ80に取り込まれる。マイクロコンピュータ80は、二次元位置光センサ752の検出出力信号Δdx, Δdyが零になるように、パルスモータ駆動回路81t, 81pを介して、舞台9の左右、上下旋回駆動用パルスモータ82t, 82pをそれぞれ制御する。なお、ボテンショメータ83t, 83pは舞台9の上下、左右旋回角を検出し、マルチブレクサ84を介してマイクロ

光素子74sの応答周波数は約100MHz必要となる。その結果、受光素子74sの受光面積が小さくなる。一方サテライト局5から移動体2への伝送信号は、移動体2の制御信号のみとすると、移動局4の受光素子74sの応答周波数は、伝送速度にもよるが高々数MHzで十分である。その結果、移動局4の受光素子74sの受光面積が大きくなる。すなわち、サテライト局5の受光素子74sは小口径のものを、移動局4の受光素子74sは大口径のものを使える。その結果、大口径の信号受光素子程、正対する1組の送受光器の光軸ずれが大きくても受信可能であるから、この場合には、サテライト局5からの移動体制御信号のとたえる確率が小さくなり、安定した移動体制御が行える。

第4図～第6図は、光軸ずれ角検出及びそれにともづく舞台制御法の実施例を示すもので、第3図の光軸ずれ角検出器75s, 75sとしては二次元位置光センサ752(以下、この部分での説明は、サテライト局、移動局とも同じなので、そ

コンピュータ80に取り込まれ、上記の検出信号を零とする制御のフィードバック信号として用いられる。

更に何らかの原因で正対する1組の送受光器の光軸のずれ角θが、光軸ずれ角検出器75の検出範囲外になる可能性があり、この時は放置すると追尾不可能になる。この時の再び追尾可能とする方法を第6図を用いて説明する。通常正対する1組の送受光器の光軸ずれ角θは、上述したように、ほぼ零になるように制御されている。そこで、何らかの原因で正対する1組の送受光器ずれ角θが、光軸ずれ角検出器75の検出範囲外になる時には、そこに到る過渡的な変化として、光軸ずれ角検出器75上の受信光の結像は、第6図の軌跡755のような軌跡をとり、かつこの移動速度は大きい。そこで、光軸ずれ角検出器75の検出出力信号Δdx, Δdyがサンプリング周期T間にある値以上変化したら、マイクロコンピュータ80は、前述した舞台9の追尾制御を中止し、別のサンプリング周期T1で光軸ずれ角検出器75の検出出

力信号 4 d<sub>x</sub>, 4 d<sub>y</sub> を取り込み、受信光の結像の軌跡 755 を把握する。受信光の結像が光軸ずれ角検出器 75 の検出範囲外となる原因は、移動体 2 側にあるので、サテライト局 5 の送受光器 7 s の位置をそのままの状態に保持し、移動局 4 の送受光器 7 l のみを、受信光の結像の軌跡 755 に沿つて、検出範囲外になつた時と反対方向に上下、左右旋回によつて制御する。以上説明したごとく、何らかの原因で正対する 1 組の送受光器の光軸ずれ角が光軸ずれ角検出器 75 の検出範囲外になつたとしても、再び検出範囲内に回復でき、移動体 2 とサテライト局 5 間の通信を確保できる。

以上が、光無線伝送と、運台制御部に関する実施例であるが、次に、第 2 図の移動局 4 内の光変復調回路 1 1 の一実施例を第 7 図にて説明する。本実施例では、双方向通信の伝送信号は、移動体 2 からコンソール 1 へのカラー映像信号 2 チャンネル 101, 102 および移動体状態信号 103 からなる情報信号と、コンソール 1 から移動体 2 への移動体制御信号 105 からなるとする。カラ

テムの伝送信号は、光無線システムで述べたコンソール 1 と移動体 2 間の双方向伝送信号の他に、コンソール 1 とサテライト局間の双方向伝送信号とからなる。コンソール 1 とサテライト局間の双方向伝送信号は、コンソール 1 からサテライト局 5 へのサテライト局制御信号と、サテライト局 5 からコンソール 1 へのサテライト局状態信号である。

第 8 図は、中央局 3 とサテライト局 5 間あるいはサテライト局 5 間を結ぶ通信ケーブル 6 として、1 本の同軸ケーブル 611, 612 を用いた時の、本発明の有線システムの一実施例である。移動局 2 からの情報信号は、送受光器 7 s で受信され、光無線システムの光変復調回路 1 2 の光／電気変換器 1 2 5 により電気信号に変換され、サテライト局光変復調回路 1 4 に伝送される。そしてこの情報信号は、雲台制御回路 8 からのサテライト局状態信号の変調回路 1 4 3 からの変調信号とともに混合器 1 4 6 で混合され、ハイブリット結合器 1 4 7 を介して同軸ケーブル 611 へ送出される。そして、移動体制御信号とサテライト局制御信号はサテライト局 5 において、ハイブリット結合器 1 4 7、分配器 1 4 5 に伝送される。その後、移動体制御信号は

一カメラ 113, 114 からのカラー映像信号 101, 102、制御回路 110 からの移動体状態信号 103 は、各々変調器 115, 116, 112 で相異なる送信周波数に変調され、混合器 117 で混合され、周波数多重信号 104 となる。周波数多重信号 104 は、電気／光変換器 120 を介して移動局 4 の送受光器 7 l へ入力され、第 3 図で説明した光電子管 73 l を駆動する。一方、サテライト局からの信号は、送受光器 7 l の受光端子 74 l から光／電気変換器 121 で電気信号とされ、復調回路 122 によりデジタル時系列信号としての移動体制御信号 105 としてとり出され、インターフェイス 111 を介して制御回路 110 へ取り込まれる。なお、制御信号 106 は、制御回路 110 が雲台制御を行うための雲台追尾制御回路制御信号である。

次に、本発明の有線システムについて説明する。有線システムは、第 1 図で説明したように、コンソール 1 の中央局 3 とサテライト局 5 の有線部と、その間を結ぶ通信ケーブル 6 からなる。有線シス

中央局 3 では、この情報信号とサテライト局状態信号の混合信号は、ハイブリット結合器 3 5 を介し、分配器 3 8 により復調器 3 2 4 ~ 3 3 2 に分配される。情報信号のうち、カラー映像信号 2 チャンネルは、各々映像復調器 3 3 1, 3 3 2 で複調され、カラーモニタ 3 6, 3 7 に出力される。また、情報信号のうち移動体状態信号はデジタル復調器 3 2 5 で復調され、インターフェイス 3 1 を介し、計算機 3 0 に取り込まれる。同様に、サテライト局状態信号もデジタル復調器 3 2 4 により復調され、インターフェイス 3 1 を介し、計算機 3 0 に取り込まれる。一方移動体制御信号とサテライト局制御信号は、中央局 3 において各各計算機 3 0 よりインターフェイス 3 1 を介し、デジタル変調器 3 2 1, 3 2 2 により変調され、混合器 3 4、ハイブリット変換器 3 5 を介して同軸ケーブル 611 へ送出される。そして、移動体制御信号とサテライト局制御信号はサテライト局 5 において、ハイブリット結合器 1 4 7、分配器 1 4 5 に伝送される。その後、移動体制御信号は

帯域フィルタ 142 により他の信号成分と分離され、電気／光変換器 124 により光信号に変換され、送受光器 7s により移動体 2 へ伝送される。また、サテライト局制御信号は、デジタル復調器 141 により復調され、録音台追尾制御回路 8 へ取り込まれる。コンソールと他のサテライト局間との通信は、中央局 3 側に近いサテライト局を介して行われる。以上のごとく、本発明によれば中央局 3 とサテライト局 5 あるいはサテライト局間の双方向通信を行うことができる。

以上が第 1 図に示した本発明の装置構成の概要、及びその各部分の構成の実施例とその動作であるが、サテライト局 5 が複数個ある場合には、移動体 2 とコンソール 1 との間の通信を常時確保するために、どのサテライト局と移動体の間で光無線伝送を行うかの制御が必要であり、その方法を以下に説明する。この制御は、主に第 8 図で説明した中央局 3 内の計算機 30 によって行われるものである。第 7 図で説明した制御回路 110 からの移動体状態信号 103 中には移動体局 4 の送受光

器 7 の左右、上下旋回角が含まれており、第 8 図で説明したサテライト局 5 の録音台制御回路 8 からの状態信号には、同じくサテライト局 5 の送受光器 7s の左右、上下旋回角が含まれているので、計算機 30 は、これらの状態信号を取り込んで、各録音台の左右、上下旋回角から移動体 2 の位置と進行方向を以下のように検出し、検出した移動体の位置とサテライト局 5 の位置を比較して、中央局 3 と通信するサテライト局 5 を選定し、サテライト局 5 の状態を制御する。

第 9 図は、移動体 2 に 1 台の送受光器 7s を搭載した時の移動体 2 の位置検出方式の原理図である。移動体 2 上の送受光器 7s とサテライト局の送受光器 7s とは正対している。そこで 2 台の送受光器 7s, 7s の時刻 t, 時刻 t + Δt における左右、上下旋回角より、三角測量の原理を用いて移動体 2 の位置および進行方向を検出する。まず x-y 平面上の位置については、移動体 2 が速度 v で時間 Δt の間に位置 P<sub>1</sub> から位置 P<sub>2</sub> へ移動したとする。時間 Δt がある程度小さければ、

$P_1 P_2$  は直線で、 $P_1 P_2 \neq v \Delta t$  とすることが出来る。第 9 図において、角度をすべて反時計回りを正とすると、式(1), (2)の関係を得る。

$$|r_2 \sin \beta_2 - r_1 \sin \beta_1| = v \Delta t \quad \dots (1)$$

$$r_2 \cos \beta_2 = r_1 \cos \beta_1 \quad \dots (2)$$

ただし、 $r_2 = \overline{OP_1}$ ,  $r_1 = \overline{OP_2}$  は各時刻 t, t + Δt における移動体 2 とサテライト局 5 の中心間距離であり、 $\beta_1$ ,  $\beta_2$  は  $P_1 P_2$  と垂直な方向 (一点鎖線 200) からの左右方向の旋回角である。式(1), (2)から  $r_2$  を求めると、

$$r_2 = \begin{cases} \sqrt{v \Delta t \cos \beta_1 / |\sin(\beta_2 - \beta_1)|} & \text{if } |\beta_2 - \beta_1| \neq 0 \\ (\beta_1 \neq \beta_2) ; r_1 + \text{sign}(s) \sqrt{v \Delta t} & \text{if } \beta_1 = \beta_2 \end{cases} \dots (3)$$

である。ただし、 $\beta_1 = \beta_2$  の場合は  $\overline{OP_1}$ ,  $\overline{P_2}$  が直線になる時で、 $\text{sign}(s)$  は、

$$\text{sign}(s) = \begin{cases} 1 : \text{移動体 2 が送受光器 7s と反対方向に向かう時} \\ -1 : \text{移動体 2 が送受光器 7s に向かう時} \end{cases}$$

を意味する。従つて、移動体 2 の時刻 t + Δt における x-y 平面上 P<sub>2</sub> ( $x_2$ ,  $y_2$ ) は、式(3)

の  $r_2$  から

$$\begin{cases} x_2 = r_2 \cos \alpha_2 \\ y_2 = -r_2 \sin \alpha_2 \end{cases} \dots (4)$$

で算出できる。ただし  $\alpha_2$  は時刻 t + Δt における送受光器 7s の左右旋回角 (x 軸の時 0) である。次に移動体 2 の z 方向の位置  $z_2$  は、

$$z_2 = r_2 \tan \tau_2 + z_0 \dots (5)$$

で求められる。ただし、 $\tau_2$  は送受光器 7s の上下旋回角であり、 $z_0$  は送受光器 7s の x-y 平面からの高さである。さらに移動体 2 の進行方向  $\varphi_2$  は、

$$\varphi_2 = \pi/2 - \alpha_2 + \beta_2 \dots (6)$$

で決定される。

このようにして、中央局 3 は、常に移動体 2 の位置及びサテライト局の状態を把握しており、移動体 2 の走行範囲内の障害物の有無とその位置、サテライト局の位置等に対応して、中央局 3 は移動体 2 がどのサテライト局と光無線通信を行おうかを決定し、かつ切替時にはその選定されたサテライト局及び移動体の送受波器の方向制御を、それ

それ中央局からサテライト局及び移動体へ制御信号を送ることにより行うことができる。そして一度サテライト局が選定され、次の切替が指令されるまでの間の追尾制御は、第4図～第6図で説明した雲台制御により行われ、當時光無線伝送路が確保される。

以上が第1図以降で示した本発明の装置の各部の実施例及び動作であるが、これらの各部については種々の変形が可能であり、それらについて順次以下に述べる。まず、第3図で示した送受光器7と、7sの構成に関しては、送受される信号の性質やその他の状況に応じて受光素子、結光素子、及び光軸ずれ検出器の位置を入れかえてもよい。さらに、例えば第3図の送受光器7sのような構成の場合には、発光素子73sからの光が自送受光器7s内の受光素子74sや光軸ずれ検出器75sのノイズ源となり、これを除去する必要がある場合には、正対する1組の送受光器の各々の発光素子の光波長を異なつた波長とし、受光素子74sや光軸ずれ検出器75sの入力部分に所要

くなり、送受光器を上下、左右旋回させる雲台追尾制御系の許容整定値が小さくなり、雲台制御系の構成が困難になる可能性がある。

第11図は、このような場合に対処するための受光素子の半径を実効的に大きくした本発明の別の実施例を示したもので、受光素子74sの数を4個にふやしてその出力を合成し、かつ結像面711を第10図の光軸713に沿つて左、右いずれかにわずかにずらせ、結像を広かせて大きくしている。この掛けた掛け像742(点線の円)の半径を $r_1$ 、半径 $r_1$ の4個の受光素子の中心から各受光素子への最短距離を $r_2$ とし、同図に示したように、掛け像742が1つの受光素子74sを完全におおえる限界までを受信可能範囲を考えると、本実施例の実効的な受光半径 $r_3$ は、 $2r_1 \geq 2r_1 + r_2$ が満足されているとして

$$r_3 = 2r_1 + r_2 \quad \dots (9)$$

で与えられ、これによつて雲台追尾制御を容易にすることができる。なお、この実施例では、受光素子数を4個としたが、応答周波数範囲の劣化が

の光波長の成分のみを透過させる光帯域フィルタを設ければよい。

又、第3図の実施例で説明したように、伝送信号の周波数帯域の関係から、例えばサテライト局5の受光素子74sが小口径のものとした時には次のような問題がある。第10図は、正対している1組の送受光器の光軸712に対し、雲台追尾制御の誤差により、ずれ角 $\theta$ をもつて移動局4のレンズ71sに入射光713が入ってきた時の状況を示しており、この時、受光素子74sの受光面711上の焦点Fからの結像の偏移量 $\Delta d$ は、レンズ71sの焦点距離を $f$ とすれば、

$$\Delta d = f \tan \theta \quad \dots (7)$$

となる。従つて受光素子74sの半径を $r$ とするとき

$$\theta \leq \tan^{-1} (r/f) \quad \dots (8)$$

の条件が成立する $\theta$ に対してのみ、受光素子74sは受信可能となる。しかるに、サテライト局5の受光素子74sの半径 $r$ が小さいと、この式(8)を満すずれ角 $\theta$ の最大値 $\theta_m$ (許容ずれ角)が小さ

許される範囲で、更にその数をふやすこともできる。

第12図は、送受波器の別の実施例を示すもので、これは移動局4、サテライト局5のいずれでも同じく適用可能なものでこれらの区別をする添字 $1$ 又は $2$ を除いた符号を用いる。この実施例では、光軸ずれ検出器75と受光素子74とを兼用した点に特徴があり、これらを一体として光軸ずれ検出器753として示してあり、7個の受光素子を有していて、受光素子91gを中心半径 $2r_1$ ( $r_1$ は結像752の半径)の円周上に6個の受光素子91a～91fを正六角形に配置したものである。この配置で、任意の2個の受光素子間の最短距離を $2r_1$ とすると、

$$r_1 = r_1 + r_2 \quad \dots (10)$$

のよう $r_2$ を選定しておけば、受信光の結像752内に必ず1つ以上の受光素子が含まれる。従つて、受光素子91gの中心を中心として、半径 $3r_1 - r_1$ 内に受信光の結像中心を持つければ、受信可能となる。そして、受光素子91a～

$S_{1g}$  の出力信号を  $S_1 \sim S_6$  とした時、この信号  $S_1 \sim S_6$  の合成したものを受け信信号として出力するとともに、これらの各々を第5図で示した盤台制御回路8のマイクロコンピュータ80に取り込む。ただし、この場合第5図の光軸ずれ検出器752が本実施例の検出器753に相当し、增幅器も7個設け、マルチブレクサもそれに相応した構成とする。マイクロコンピュータ80は、これらの信号  $S_1 \sim S_6$  に応じて、第5図の場合とは異なる方法で盤台制御を行う。すなわち、まず各信号  $S_1 \sim S_6$  が予め設定されたしきい値以上であるかチェックし、しきい値以上であれば、表1に従い盤台の上下、左右旋回駆動用モータ82t, 82p(第5図)を制御する。ただしこの表では、○印のらんに対応する受光素子がしきい値を超えた時、その○印の横らんに相当する方向の盤台の旋回が行われることを示している。例えば、受光素子91aの出力  $S_1$  がしきい値以上になつた時、盤台を下旋回および右旋回させ、受信光の結像752が、常に中心の受光素子91g

次に第8図で示した有線システムの別の実施例を説明する。第13図は、第8図の同軸ケーブル611の代りに、通信ケーブル6として光ファイバーケーブルを用いた時の本発明の有線システムの一実施例を示す図である。中央局3とサテライト局5間を双方向通信するサテライト局制御信号、サテライト局状態信号、移動体制御信号および情報信号は、サテライト局5あるいは中央局3で電気／光変換器391, 1492, 393, 1494により光信号に変換され、各々異なる光ファイバーケーブル621, 631, 641, 651により相手局へ伝送され、相手局の光／電気変換器1491, 392, 1493, 394により再び電気信号に変換される。そして、サテライト局制御信号は盤台追尾制御回路8へ、サテライト局状態信号はインターフェイス31へ、移動体制御信号は、送受光器7sの光変復調回路12へ、および情報信号は分配器381へ入力される。その後の各信号の処理は第8図の場合と同じである。コンソール1と他のサテライト局との通信は、中央局3側

を含むように制御する。従つて、通信開始時に、受光素子91gの中心からの結像752の偏差量が半径3r, -rの円の中に入るようすれば常に通信可能となる。なお、受信信号は信号  $S_1 \sim$

表 1

	91a	91b	91c	91d	91e	91f
上	-	-	-	-	○	○
下	○	○	-	-	-	-
左	-	○	○	○	-	-
右	○	-	-	-	○	○

$S_6$  の合成としたが、これは上述の制御からもわかるように信号  $S_6$  のみからとつてもよい。また、このように受光素子と光軸ずれ検出器を一体化した場合には、第3図の実施例で示した送受波器にこれを用いると、ビームスプリッタ78z, 78sは不要となり、第3図の受光素子74s, 74zの位置に、本実施例の検出器753を設置すればよい。

に近いサテライト局にある光分波器1481, 1483と光合波器1482, 1484を介して、サテライト局間の光ファイバーケーブル622, 632, 642, 652により行われる。

第14図は、中央局3とサテライト局5間を結ぶ通信ケーブル6として、4芯の光ファイバーケーブルを用い、4芯の光ファイバーケーブル601, 602, …によつて中央局3と各サテライト局5とを放射状に結ぶ時の本発明の有線システムの一実施例である。本実施例では、中央局3にサテライト選択回路341, 342, 343, 344があり、これ等サテライト選択回路を計算機30からの選択信号301により選択して、どのサテライト局と通信するかを制御する。4芯光ファイバーケーブル601, 602, …の両端の、中央局3側には光／電気、又は電気／光変換器群3911～3942が設けられ、サテライト局5側では、同様の変換器群1481～1484が設けられている。なお、更に、第8図、第13図、及び第14図の実施例の混合した方法も可能であつて例えば中央

局3に比較的近いサテライト局へは4芯光ファイバーケーブルで放射状に結び、遠いサテライト局とは、中央局3側に近いサテライト局を介して同軸ケーブルが個別の光ファイバーケーブルで接続することもできるし、全サテライト局と中央局とを、光ファイバー又は同軸ケーブル等により放射状に結んでもよい。

最後に、第9図で説明した移動体2の位置検出法では、移動体2に1台の送受光器7ℓが搭載されているものとしたが、移動体2に2台の送受光器7ℓ1, 7ℓ2が搭載された時の移動体2の位置検出法について、第15図を用いて説明する。同図に於て、移動体上の2台の送受光器7ℓ1, 7ℓ2と2台のサテライト局の各送受光器7s1, 7s2とはそれぞれ正対しているとする。この場合には、送受光器7ℓ1, 7ℓ2の中心G(xc, yc)（これは移動体2の中心）、移動方向yのx軸をなす角φは式(11), (12)により算出される。

$$\left. \begin{aligned} x_c &= x_s + \frac{d}{2} \cos \varphi \\ y_c &= m_1 x_s + \frac{d}{2} \sin \varphi \end{aligned} \right\} \quad \cdots (11)$$

#### 〔発明の効果〕

以上説明したごとく、本発明によれば、移動体との通信を光無線で行うので、同軸ケーブルなどによる有線方式や超短波同軸ケーブルを用いた無線方式などのように、移動体の走行性能やその経路に制約を与えることがなく、かつ、超短波同軸ケーブルを用いた無線方式や電波による無線方式などのようにプラント計装系へじょう乱を与えることのない、移動体制御用の通信装置を実現できる。

#### 図面の簡単な説明

第1図は本発明の移動体制御用光通信装置の全体構成例を示す概略図、第2図は光無線システムの概略構成例を示す図、第3図は送受光器の本発明の一実施例を示す図、第4図は光軸ずれ検出器の一実施例としての半導体二次元位置センサの検出原理図、第5図は第4図の半導体二次元位置センサを用いた時の雲台追尾制御回路の一実施例を示す図、第6図は正対する1組の送受光器の大きな光軸ずれを生じた時の雲台制御の説明図、第7図は移動局変復調回路11の一実施例を示す図、

$$\varphi = \frac{\pi}{2} + \alpha_1 - \beta_1 \quad \cdots (12)$$

ただし、 $\alpha_1, \alpha_2$ は反時計方向を正とした時の送受波器7s1, 7s2の左右旋回角、 $\beta_1, \beta_2$ は移動体2の進行方向yに直交な方向を0とした時の送受波器7ℓ1, 7ℓ2の左右旋回角、dはこの両送受波器7ℓ1, 7ℓ2の中心間の距離であり、定数 $m_1, m_2$ は $m_1 = \tan \alpha_1, m_2 = -\tan \alpha_2$ である。又、送受波器7ℓ1の中心のx座標xcは

$$x_c = \frac{y_s + m_2 d \cos \varphi - d \sin \varphi}{m_1 - m_2}$$

で与えられる。また、移動体2のz軸方向の位置zcは、サテライト局の送受光器7s1の上下旋回角 $\alpha_3$ を用いて、

$$z_c = \sqrt{(1+m_1^2)} x_c^2 \cdot \tan \alpha_3 + z_0 \quad \cdots (13)$$

で求められる。ただしzcは送受光器7s1のxy平面からの高さである。以上のようにして、移動体2の位置Gと進行方向yを検出できるので、あとは第9図の時と同様に、中央局3と通信するサテライト局5を選定すればよい。

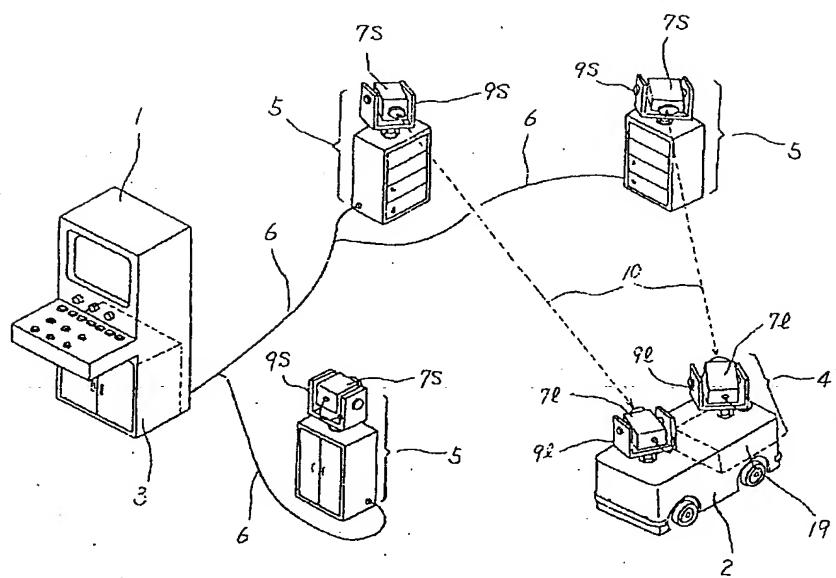
第8図は本発明の有線システムの実施例図、第9図は移動体に1台の送受光器を搭載した時の移動体位置検出方法の説明図、第10図は正対している1組の送受光器の光軸ずれ角と焦点面上での焦点からの結像の偏差量との関係を示した図、第11図は実効的に受光素子の半径を大きくする受光素子の構成例を示した図、第12図は光軸ずれ検出器と受光素子とを兼用した光軸ずれ検出器の一実施例を示す図、第13図は有線システムの他の一実施例を示す図、第14図は有線システムの更に他の一実施例を示す図、第15図は移動体に2台の送受光器を搭載した時の移動体位置検出方法の説明図である。

1…コンソール、2…移動体、3…中央局、4…移動局、5…サテライト局、6…通信ケーブル、7ℓ, 7s…送受光器、8ℓ, 8s…雲台追尾制御回路、9…雲台、10…光無線伝送路、11, 12…光変復調回路、71ℓ, 71s…レンズ、73ℓ, 73s…発光素子、74ℓ, 74s…受光素子、75ℓ, 75s…光軸ずれ検出器、77ℓ, 77s, 78ℓ, 78s…ビームスプリッタ、

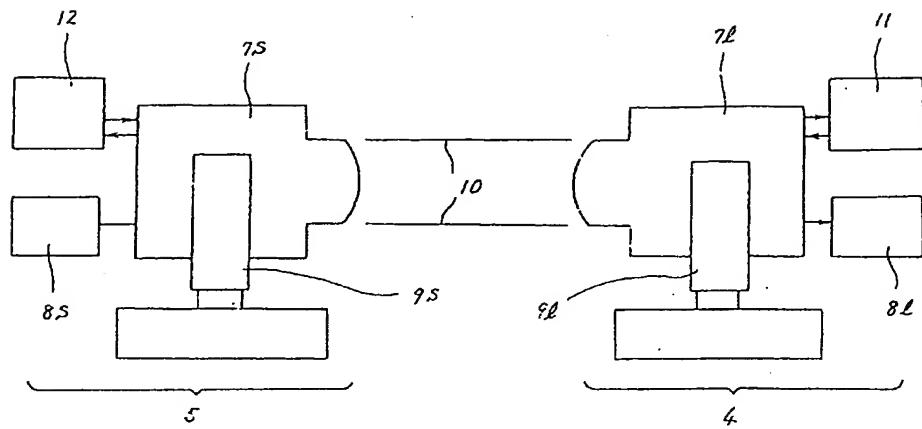
752…二次元位置センサ、611…同軸ケーブル  
 ル、621, 622, 631, 632, 641,  
 642, 651, 652…光ファイバーケーブル、  
 601, 602…4芯光ファイバーケーブル。

代理人 弁理士 秋本正実

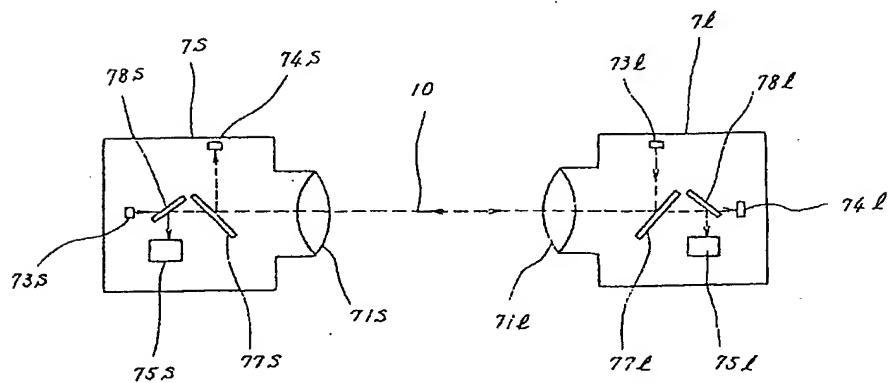
第一圖



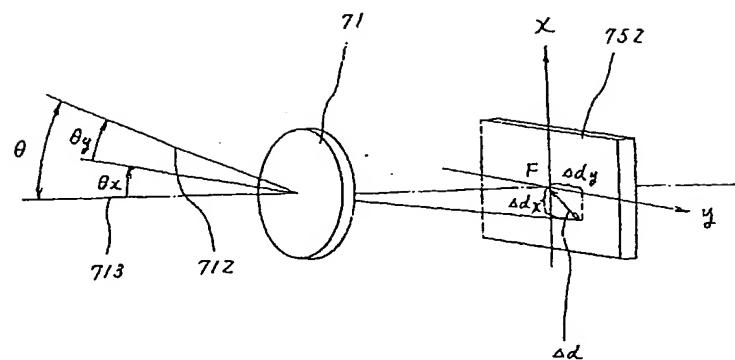
第2図



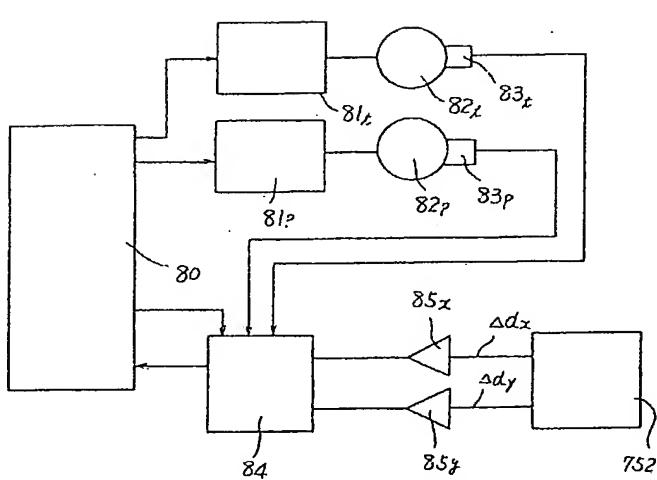
第3図



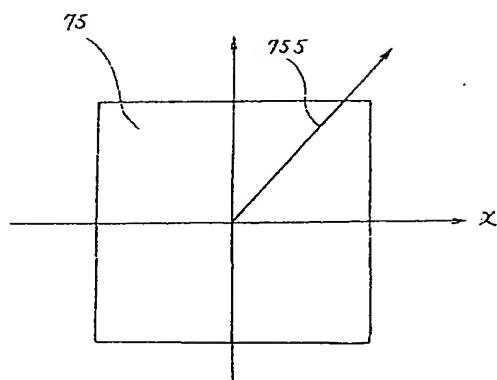
第 4 図



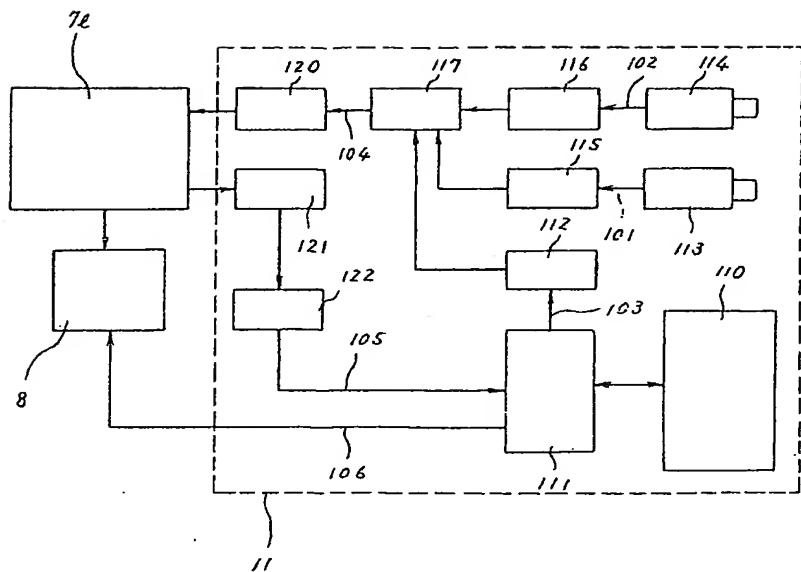
第 5 図



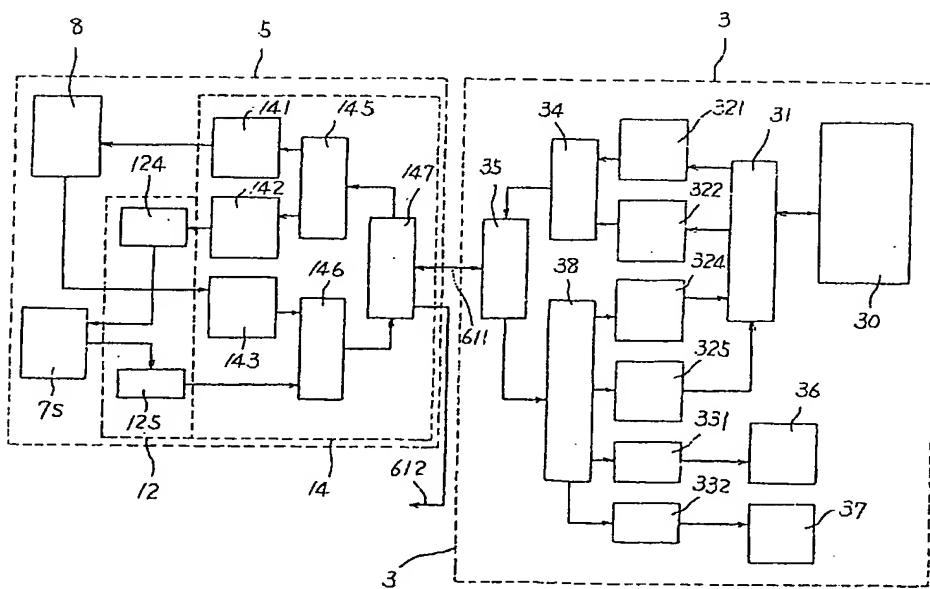
第 6 図



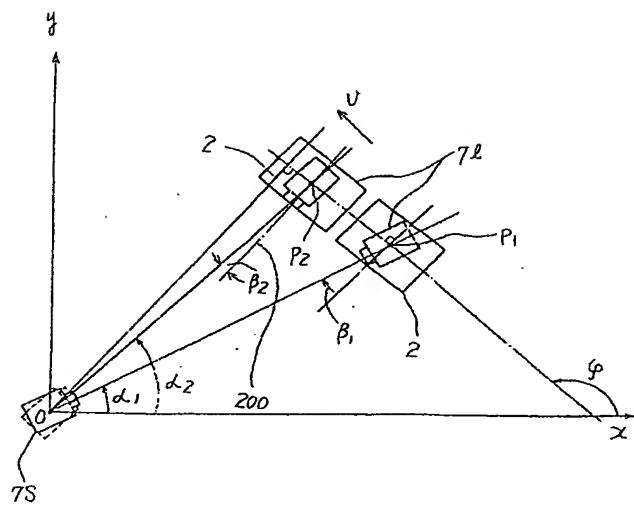
第 7 図



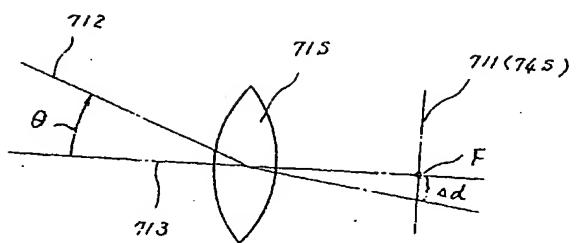
第 8 図



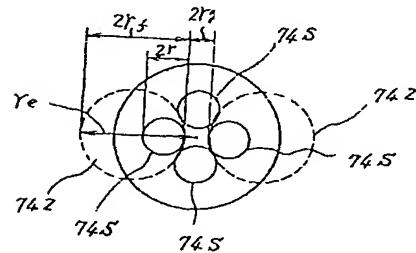
第 9 図



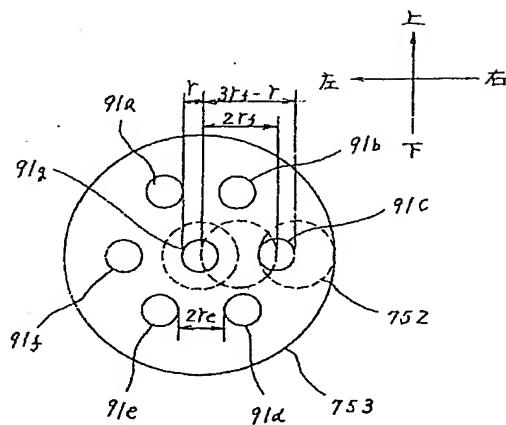
第 10 図



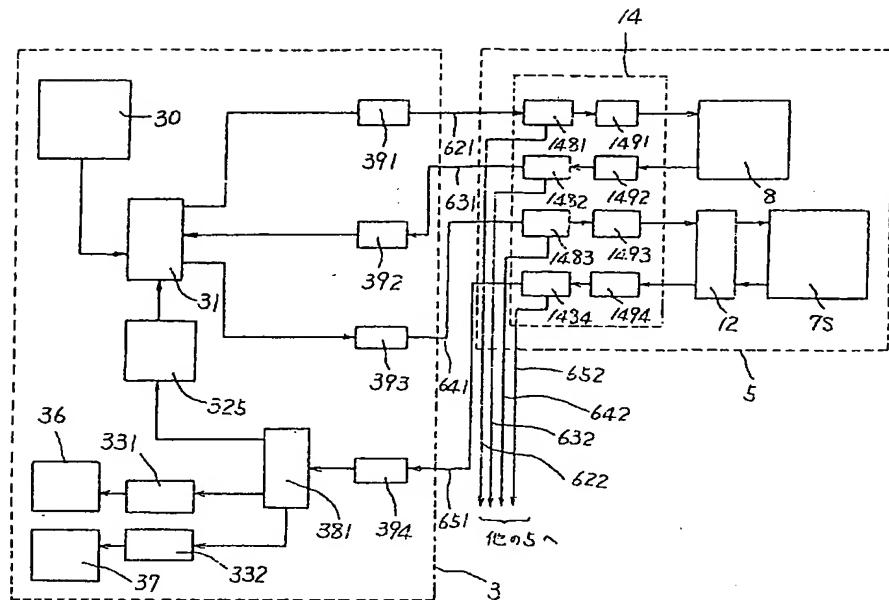
第 11 図



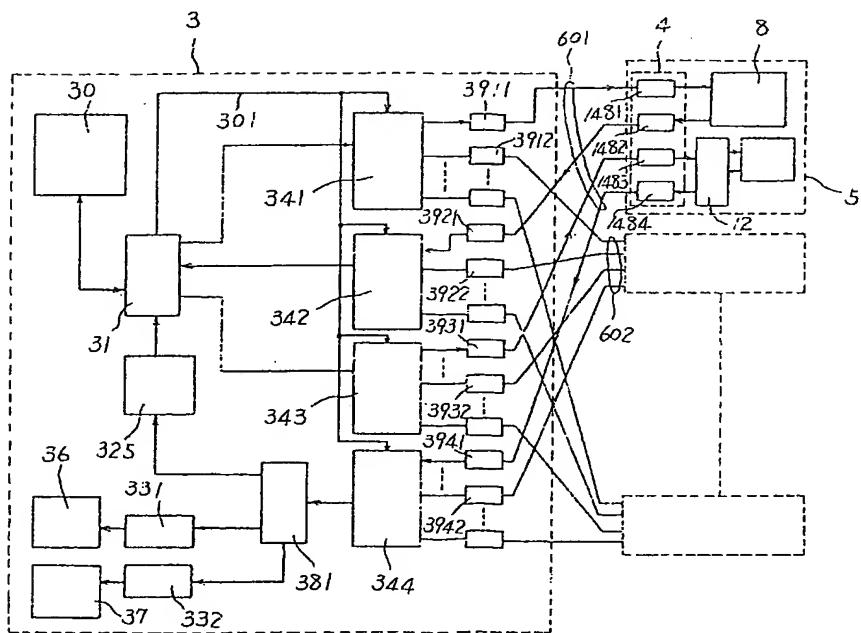
第 12 図

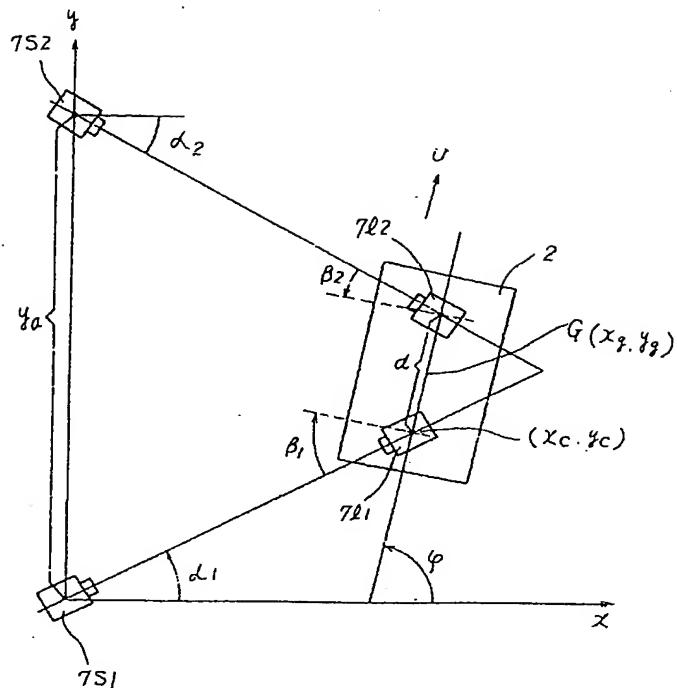


第 13 図



第 14 図





## 第1頁の続き

②発明者 吉岡仙次

日立市森山町1168番地株式会社

日立製作所エネルギー研究所内

②発明者 岩塚信好

日立市森山町1168番地株式会社

日立製作所エネルギー研究所内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**